

УДК 629.12

Г.В. Егоров, А.Г. Егоров

**ПЕРСПЕКТИВЫ ТАНКЕРОВ
ТИПА «ВОЛГОНЕФТЬ» ПРОЕКТОВ 558/550 И 1577/550А**

Выполнен анализ происшедших с 1991 года по 2012 год 169 аварийных случаев с «Волгонефтями» пр. 550, 550А, 558, 1577. Выявлены основные опасности, приведшие как к авариям, так и к катастрофам. Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пиком аварий для судов возрастом 30 лет. Главной экологической проблемой судов типа «Волгонефть» являются наличие высоты второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ, избыточные длины грузовых танков и отсутствие отстойных танков. По сути, эти суда не должны работать в море на перевозках тяжелой нефти и нефтепродуктов, т.е. грузов с плотностью 0,900 т/куб. м и более, уже с 2008 года. Показано, что только три судна проектов 1577/550А были полностью приведены к международным требованиям по экологической безопасности. Предложено несколько вариантов решения проблемы, которые смогут «сгладить» ситуацию переходного периода. Но в долгосрочном плане обеспечение устойчивых безопасных перевозок нефти и нефтепродуктов на танкерах смешанного река-море плавания возможно только за счет нового судостроения.

Ключевые слова: суда внутреннего плавания, суда смешанного река-море плавания, нефтеналивное судно, «Волгонефти», анализ риска, опасности, ущерб, проектирование, надежность.

Виконаний аналіз 169 аварійних випадків з «Волгонафтами» пр. 550, 550А, 558, 1577, які трапилися з 1991 року по 2012 рік. Виявлені основні небезпеки, які привели як до аварій, так і до катастроф. Спостерігається стійкий ріст аварійності для суден старше 20 років з піком аварій для суден віком 30 років. Головною екологічною проблемою суден типу «Волгонафта» є наявність висоти другого дна, що не задовольняє вимогам МК МАРПОЛ, надлишкові довжини вантажних танків і відсутність відстійних танків. По суті, ці судна не повинні працювати в морі на перевезеннях важкої нафти й нафтопродуктів, тобто вантажів із щільністю 0,900 т/куб. м і більш, уже з 2008 року. Показано, що тільки три судна проектів 1577/550А були повністю приведені до міжнародних вимог по екологічній безпеці. Запропоновано декілька варіантів розв'язку проблеми, які зможуть «згладити» ситуацію перехідного періоду. Але в довгостроковому плані забезпечення стійких безпечних перевезень нафти й нафтопродуктів на танкерах змішаного ріка-море плавання можливо тільки за рахунок нового суднобудування.

© Егоров Г.В., Егоров А.Г., 2014

Ключові слова: судна внутрішнього плавання, судна змішаного ріка-море плавання, нафтоналивне судно, «Волгонафти», аналіз ризику, небезпеки, збиток, проектування, надійність.

The analysis of failures with hulls of «Volgoneft» vessels of 550, 550A, 558, 1577 projects occurred since 1991 till 2012 is executed. 169 emergency cases of vessels were analyzed. Basic dangers, resulting both in failures and casualties, are exposed. Steady growth of break-down is observed for vessels older than 20 years with peak of accidents at 30 aged vessels. Presence of height of double bottom which is not meeting MARPOL requirements, excessive lengths of cargo tanks and absence of slop tanks are the main ecological problems of «Volgoneft» vessels. In fact, these vessels should not be operated at sea on heavy oil and oil products transportations (i.e. cargoes with density of 0,900 t/cub. m. and more) since 2008. It is shown that only three vessels of 1577/550A projects were completely reequipped in accordance with international requirements of ecological safety. Some variants of decision of problem which can "smooth" transient period are offered. But in long-term plan securing of steady safe transportations of oil and oil products on mixed river-sea navigation tankers is possible only at the cost of new shipbuilding.

Keywords: inland navigation vessels, mixed river-sea navigation vessels, tanker, «Volgoneft», risk analysis, dangers, loss, design, reliability.

Постановка проблеми. Нефтоналивные суда типа «Волгонефть» олицетворяют собой целую эпоху в истории отечественного судостроения и судоходства, как одни из первых в мире танкеров с двойным дном и двойными бортами. Если учесть, что проект 558 начал разрабатываться советскими конструкторами еще в конце 50-х годов прошлого столетия, то легко понять, насколько революционным было такое решение на то время. В тогдашней линейке типовых судов они относились к танкерам типа НМ-5000 грузоподъемностью около 5000 тонн, предназначенным для работы по внутренним водным путям с выходом на морские рейды и крупные озера.

Танкера типа «Великий» [14] (проект 558 на Волгоградском заводе и проект 550 в Болгарии) строились с 1962 по 1971 год. Базовый проект был утвержден 26.06.1959. Всего построили около 80 судов исходного проекта. Позднее с учетом опыта эксплуатации в морских условиях были внесены изменения в устройства и системы, дельные вещи, снабжение, жилую надстройку. По откорректированному проекту стали строить танкера типа «Волгонефть 44» (с 1967 по 1979 год по проекту 1577 в СССР – около 70 единиц и с 1969 по 1982 год по проекту 550А в Болгарии – около 65 единиц).

Представляют собой однопалубные, двухвинтовые наливные суда смешанного река-море плавания с 8 грузовыми танками, двойным дном, двойными бортами, с баком и ютом, с кормовым расположением жилой надстройки, машинного отделения, переходным мостиком в ДП судна,

наклонным форштевнем и крейсерской кормой. Предназначались для перевозки нефтепродуктов I, II, III, IV классов, в том числе требующих подогрева, без ограничений по температуре вспышке.

На 1 января 2013 года средний возраст сохранивших класс Российского Речного Регистра (РРР) 131 танкеров типа «Волгонефть» составил по первоначальному проекту 558/550 – 45,2 года (21 единица), по проекту 1577/550А – 38,5 лет (110 единиц). Из них 23 танкера имеют оценку «негодное».

Танкеры проекта 1577/550А, строившиеся с классом РРР «М», практически все имеют более высокие классы: R2-RSN PC (10 единиц), R3-RSN PC (5 единиц), «М-СП» РРР (31 единица). 14 судов перешли в силу плохого технического состояния в более слабый класс РРР «О-ПР», остальные имеют класс РРР «М-ПР».

Целью статьи является исследование перспектив дальнейшей эксплуатации танкеров типа «Волгонефть», которые до сих пор составляют большинство отечественного нефтеналивного флота судов смешанного река-море плавания, на основе анализа происшедших с 1991 года по 2012 год аварий с корпусами судов проектов 550, 550А, 558, 1577.

Изложение основного материала. В ноябре 1963 года в Черном море были проведены специальные мореходные испытания головного судна танкера «Великий» в условиях штормовой погоды при волнении высотой 3,0 м. Испытания показали принципиальную возможность эксплуатации судов этого типа с ограничениями по высоте волны 3 % обеспеченности $h_{3\%} \leq 2,5$ м в прибрежных морских районах, разрешенных для плавания «полноклассных» судов класса «М-СП».

При этом при проектировании прочность обеспечивалась согласно с «Нормами для расчета прочности корпусов стальных судов внутреннего плавания» 1956 года для плавания на расчетном волнении высотой 3 м и длиной 40 м – т.е. по классу «М» (без выхода в море).

За счет широчайшего применения изготовленных из стали повышенной прочности элементов с толщинами 5-7 мм удалось достичь минимизации массы корпуса танкера и, соответственно, увеличить его грузоподъемность в реке, однако обратной стороной медали было заметное снижение эксплуатационного ресурса судна, т.е. длительности безопасной эксплуатации танкера без ремонта.

Первые перевозки нефтепродуктов на танкере проекта 558 типа «Волгонефть» на Черном море были выполнены в 1963 году. В 1964 году танкеры «Важный» и «Волгонефть-9» выполнили по три рейса из Поволжья на Махачкалу с грузом сырой нефти туда и мазута обратно. В 1965 году уже 4 танкера проекта 558 стали работать на порт Махачкала, они за год совершили 26 круговых рейсов и перевезли 241 тыс. тонн нефти и нефтепродуктов. В 1965 году танкер «Волгонефть-14» впервые выполнил экспортные перевозки нефтепродуктов на линии Ярославль-Хельсинки. В 1971 году танкер «Волгонефть-55» начал бесперевалочные перевозки сырой нефти из Актау в Волгоград.

Для изготовления танкеров типа «Волгонефть» применялись легированная сталь повышенной прочности марки 09Г2 (с пределом текучести 295 МПа), а также для некоторых конструкций обычная углеродистая сталь марки Вст3сп (с пределом текучести 235 МПа). Система набора корпуса смешанная: двойное дно в грузовых танках, вторые борта и диаметральной переборка в районе 34-169 шп., палуба в районе 18-169 шп., палуба юта имела продольную систему, борта и остальные части оконечности – поперечную. Протяженность шпации в районе грузовых танков была выбрана равной 660 мм, в корме – 600 мм, в носовой оконечности – 400 мм. Высота двойного дна – 800-1000 мм (имелся уклон от борта к ДП). Расстояние между наружным и внутренним бортами – 1580 мм. Расчетный ресурс связей корпуса судов «Волгонефть» классов «М-СП», «М-ПР» и «М» в соответствии с требованиями Правил РРР к минимально допустимым толщинам представлен на рисунке 1.

Как видно из приведенных растяжек наружной обшивки, построечные толщины танкеров типа «Волгонефть» обеспечивали 20-ти летнюю эксплуатацию судна без ремонта только в классе «М» (т.е. без выхода в море). В классе «М-ПР» значительная часть связей имела ресурс 10-20 лет, а в классе «М-СП» суда могли без ремонта работать не более 5-10 лет.

С позиций общей прочности «Волгонефти» без подкреплений накладными полосами по палубе и днищу не отвечают требованиям класса «М-СП 2,5» и с трудом проходят по классу «М-ПР 2,5».

Длительная эксплуатация позволила выявить существенные конструктивные недостатки танкеров этого типа, во многом связанные с отсутствием на тот момент опыта проектирования корпусов судов из стали повышенной прочности (см. рисунок 2):

- резкий переход в носовой и кормовой оконечностях от стали повышенной прочности 09Г2 к обычной стали Вст3сп (сталь повышенной прочности использовалась в крайних поясах эквивалентного бруса – шп. 61-160) и существенное уменьшение здесь же толщин палубы и обшивки корпуса (толщины палубы 8 мм в средней части сохранялись только на участке шп. 61-142, далее переходят в 7 мм и даже после шп. 167 – в 6 мм);

- изменение системы набора в корме с продольной на поперечную, что приводит к существенному уменьшению момента сопротивления эквивалентного бруса и предельного момента в этом районе (район шп. 170) – фактически к созданию опасного с точки зрения перелома сечения перед жилой надстройкой;

- малая для танкера толщина верхней палубы 8 мм, что даже для класса «М» не обеспечивает без ремонта срок служб более 10 лет;

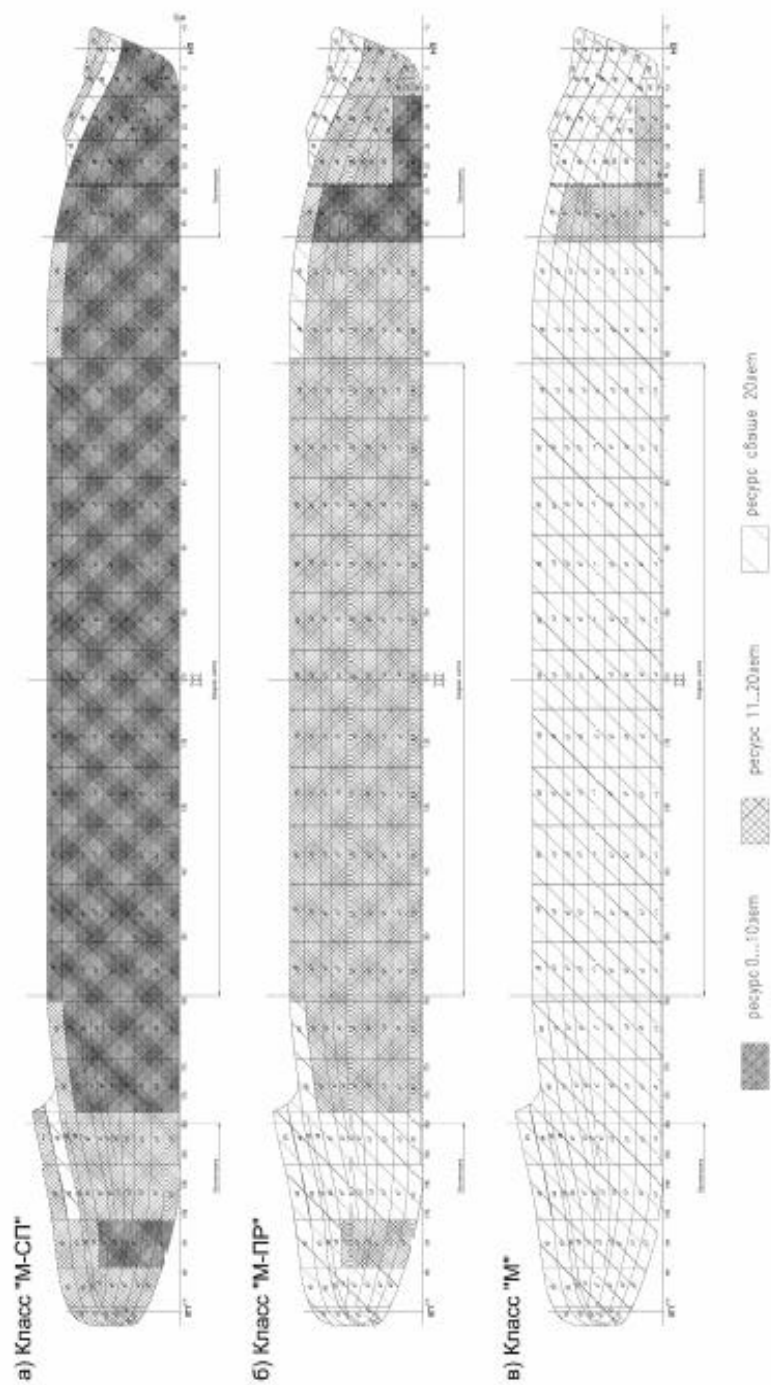


Рис. 1. Растяжка наружной обшивки с указанием ресурса элемента

– низкая устойчивость продольных ребер жесткости днища и второго дна (полособульб 10 с пролетом 1980 мм при толщине стенки 6 мм), что, как видно из исследований проф. Г.В. Бойцова [2], приводит к их деформированию даже в обычных эксплуатационных условиях с накоплением повреждений корпуса в целом в виде известной для этого класса судов «горбатости» – значительного пластического перегиба со стрелками, достигающими 400-800 мм;

– холостые шпангоуты также выполнены из такого полособульба 10, что привело к появлению гофрировок по борту – известный визуальный эффект под названием «худая лошадь»;

– крайне малые толщины переборок второго борта (серединные пояся) – 5,0 мм и настила второго дна – 6,0 мм и связанные с ними высокая вероятность образования свищей, что в свою очередь приводит к загрязнению грузом балластных танков, при этом ресурс этих связей не превышает 10 лет;

– крайне малые толщины поперечных водонепроницаемых и грузонепроницаемых переборок второго борта – серединные пояся 5,0 мм, прочие – 6,0 мм;

– толщина стенок поперечного и продольного рамного набора 6 мм не обеспечивает надлежащего ресурса по износу конструкции в целом;

– толщина карлингсов верхней палубы 7 мм, учитывая, что в отличие от современных танкеров этот продольный набор находится не над, а под палубой, в самом грузовом танке, понятно, что его ресурс не превышает без ремонта 10 лет, так как находится в зоне коррозионного влияния паров нефти.

В итоге, по всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие из года в год объемы ремонта не покрывают фактические потребности – суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями. Объемы ежегодных ремонтов резко выросли и составляют для судов типа «Волгонепфть» 100-200 тонн замен.

Результатом эксплуатации этих танкеров с выходом в море явились грандиозные объемы восстановления изношенных элементов корпуса, включая полную замену грузовой зоны (от форпиковой переборки до носовой переборки насосного отделения).

Помимо корпуса актуальным является ремонт судовых энергетических установок танкеров за счет замены главных и вспомогательных двигателей, электрического оборудования, противопожарной защиты [9].

Понятно, что столь своеобразное отношение к конструированию судна не могло не отразиться на риске эксплуатации танкеров типа «Волгонефть». **Всего было выявлено и проанализировано 169 аварий и катастроф с судами проекта 558/550 и 1577/550А [3, 10, 11-13].**

Суда имели ограничения по величине высоты волны 1 % обеспеченности $[h_1 \ %]$ от 0,6 до 2,0 м (СВП) и 3 % обеспеченности $[h_3 \ %]$ от 2,0 до 3,5 м (ССП).

Согласно [5] по степени повреждений, нанесенных людям, окружающей среде и техническим средствам, указанные ситуации условно классифицированы 5 уровнями последствий (см. таблицу 1).

Формальная оценка последствий обозначается величиной C , определяемой по 5-балльной шкале.

Таблица 1

*Классификация последствий аварий
и аварийных ситуаций с «Волгонефтями»*

Уровень последствий C	Количество рассмотренных происшествий и катастроф	Степень повреждения		
		воздействие на людей	воздействие на окружающую среду	повреждение технических средств
1 – Light Incident	109	Нет	Нет	Ничтожное
2 – Incident	41	Легкое телесное повреждение	Ничтожное	Незначительное
3 – Casualty	11	Серьезное, необратимое телесное повреждение	Существенное	Серьезное
4 – Serious Casualty	6	Потеря человеческой жизни	Критическое	Значительное
5 – Very Serious Casualty	2	Много человеческих жертв	Катастрофическое	Гибель судна

В таблице 2 дана предложенная в [6, 8, 10] и расширенная в [3] краткая классификация основных групп идентифицированных опасностей, имеющих значение для исследования надежности и безопасности «Волгонефтей».

Общая частота возникновения опасности во всех исследуемых случаях определяется как $F_{AB} = N_I / N_{AB}$, частота возникновения опасности для наиболее тяжелых случаев (катастроф), имеющих уровни последствий $C = 4$ и $C = 5$ $F_{КАТ} = N_I / N_{КАТ}$, где N_I – число аварийных ситуаций, где

имела место i -я опасность, N_{AB} – количество всех изучаемых аварий, $N_{КАТ}$ – количество катастроф.

Обращает на себя внимание тот факт, что ряд опасностей имеет $F_{КАТ} > F_{AB}$, что свидетельствует об их значительной роли в увеличении степени тяжести последствий событий.

Таблица 2

Идентифицированные опасности для «Волгонефтей»

Номер	Опасности	F_{AB} , %	$F_{КАТ}$, %
1	Опасности, связанные с техническим состоянием корпуса, машин, механизмов и систем судна	99,4	100,0
1.1	Несоответствие технологий, уровня качества и допускаемых дефектов речного судостроения требованиям для морской эксплуатации	8,3	50,0
1.2	Водотечность наружной обшивки, настила второго дна, обшивки второго борта, обшивки поперечных переборок, стенок цистерн	24,9	100,0
1.3	Нарушение технологии при выполнении построечных, ремонтных и модернизационных работ	82,8	75,0
1.4	Пропуски дефектов при дефектации корпуса, машин, механизмов и устройств	81,7	87,5
1.5	Ошибки проектировщиков	1,8	0,0
1.6	Неисправности и выход из строя машин и механизмов	16,6	25,0
1.7	Большие объемы замен корпусных конструкций при ремонте	3,0	0,0
1.8	Не выполнение требований международной конвенции по грузовой марке в отношении люковых крышек, комингсов и конструкций воздушных труб, вентиляторов, непроницаемых дверей	7,1	50,0
1.9	Неисправности и выход из строя якорного устройства	3,6	0,0
1.10	Неисправности и выход из строя судовых системах	3,6	12,5
1.11	Неисправности и выход из строя рулевого устройства	61,5	0,0
1.12	Неисправности и выход из строя грузового устройства	0,0	0,0

Продолжение табл. 2

Номер	Опасности	$F_{AB}, \%$	$F_{КАТ}, \%$
2	Опасности, связанные с нарушениями технологии перевозки груза	13,6	75,0
2.1	Перевозка металлолома	0,0	0,0
2.2	Перевозка взрывоопасных грузов	7,7	25,0
2.3	Грузовые операции с применением грейферов, тяжелых погрузчиков и бульдозеров	0,0	0,0
2.4	Нарушение порядка погрузки/выгрузки в порту, «Инструкции по загрузке», «Наставления по креплению грузов», «Информации об остойчивости»	5,9	50,0
3	Опасности, связанные с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа	81,7	100,0
3.1	Балластировка, не соответствующая указаниями «Инструкции по загрузке и балластировке»	0,6	0,0
3.2	Сознательное нарушение установленных ограничений по району, сезону плавания	8,3	37,5
3.3	Сознательные и кратковременные посадки на мель, выморозка	2,4	0,0
3.4	Навигационные ошибки	23,7	50,0
3.5	Контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном	20,1	12,5
3.6	Халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ	46,2	62,5
3.7	Ошибка прогноза	16,0	37,5
3.8	Перегруз судна	0,0	0,0
3.9	Смена судовладельца	14,8	50,0
3.10	Сознательная эксплуатация при негодном т/с	0,0	0,0
3.11	Нарушение условий перегона, буксировки	0,6	0,0
3.12	Нарушение безопасного режима отстоя судов	4,1	0,0
3.13	Халатность экипажа, несоблюдение им ЭТД, ПТЭ	43,7	100,0

Среди них водотечность непроницаемых конструкций (опасность 1.2) и близкие к ней по сути опасность 1.8 – невыполнение условий МК-66 (т.е. потенциальная водотечность), опасность 2.2 – перевозка взрывоопасных грузов и опасность 2.4 – нарушение Инструкции по погрузке-выгрузке (ИПВ).

Отмечается существенная доля в событиях, имеющих последствия $C = 4$ и $C = 5$, человеческого фактора в виде ошибок при проведении ре-

монта (опасности 1.3, 1.6, 3.6) и дефектации (опасность 1.4), при эксплуатации судна (опасности 3.4, 3.6, 3.13).

Особую роль играет смена судовладельца (опасность 3.9), которая сопутствует значительному числу катастроф. Можно сказать, что именно переход «Волгонефтей» из классических структур пароходств в небольшие частные компании инициирует значительную часть других опасностей (см., например, опасность 3.13).

«Волгонефти» в связи с их пониженным стандартом прочности, имеют меньшие запасы прочности, чем аналогичные суда неограниченного района плавания. Поэтому все факторы, приводящие к запроектному росту усилий на тихой воде и на волнении – опасности 1.1, 3.2, 3.4, 3.7 – отражаются на тяжести последствий воздействия на корпус «Волгонефтей» этих опасностей.

«Волгонефти» работают в тяжелых условиях мелководья и частых шлюзований (до 30 в одном рейсе) летом и в ледовой обстановке зимой, что повышает весомость опасности 3.5, т.к. она в силу накопления деформационных повреждений и истирания наружной обшивки снижает несущую способность корпусов судов.

Обобщенные данные таблицы 2 сформированы на основании обработки аварий и аварийных происшествий (для случаев с $C = 1$, $C = 2$ и $C = 3$ примеры анализа приведены в таблице 3, для случаев с $C = 4$ и $C = 5$ примеры анализа приведены в таблице 4).

Все из рассмотренных 169 случаев были проанализированы на основе тех данных, которые имелись в распоряжении, а также с помощью математического моделирования разных сценариев развития событий путем построения деревьев отказов (причин) и деревьев событий (последствий). Полученные здесь выводы не всегда совпадают с официальными заключениями и носят сугубо исследовательский характер [7].

В таблицах 3 и 4 по каждой опасности указан по 3-бальной шкале коэффициент относительной ответственности (весомости) в рассматриваемом случае. По результатам исследования методами теории риска каждого происшествия назначались: балл «3» – опасность прямого действия, непосредственно приведшая к аварии; балл «2» – опасность косвенного действия, вызвавшая к жизни опасности с баллом «3»; балл «1» – фоновые опасности, оказавшие неблагоприятное воздействие на ситуацию.

Для каждой опасности был определен обобщенный уровень риска «Волгонефтей» R , который определялся как произведение вероятности возникновения опасности F на последствия воздействия указанной опасности на объект C . Условная вероятность F определялась по 5-балльной шкале («1» – частота возникновения в 0-20 % аварийных случаях, «2» – 21-40 %, «3» – 41-60 %, «4» – 61-80 %, «5» – 81-100 %).

В таблице 5 представлена формальная оценка риска, полученная в двух вариантах: на основе всех рассмотренных аварийных ситуаций и для катастроф.

Таблиця 3

Идентификация и последствия опасностей, способствовавших авариям «Волго-нефтей» (примеры)

№ п/п	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, $[t_{(198)}]$	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность																						Описание последствий							
		1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6		3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13
1.	Пр. 558/550, Волгонефть-37, 1969, 41 год, 23.07.2010, $[t_{198}] = 2,5 \text{ м}$			1	2																									3	Пожар в МО (3)
2.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-212, 1969, 33 года, 06.05.2002, $[t_{198}] = 3 \text{ м}$	1	2	2												3						2			1					2	Наметившийся перелом корпуса. Нарушение ИПВ (3)
3.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-207, 1969, 33 года, 09.12.2002, $[t_{198}] = 2,5 \text{ м}$	1	2	2												3						2			1					2	Наметившийся перелом корпуса. Нарушение ИПВ (3)
4.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-137, 1977, 25 лет, 08.01.2002, $[t_{198}] = 2,5 \text{ м}$	1	2	2												3						2			1					2	Наметившийся перелом корпуса. Нарушение ИПВ (3)

Продолжение табл.3

№ п/п	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, $[h_{iss}]$	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность																	Описание последствий													
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1		3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	
5.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-223, 1971, 31 год, 11.09.2002, $[h_{iss}] = 2,5 \text{ м}$	1	2					1						2							2	3									2	Столкновение с пассажирским судном «Сергей Есенин» (значительная потенциальная угроза) (3)
6.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-104, 1972, 37 лет, 18.06.2009, $[h_{iss}] = 2,5 \text{ м}$	1												1						3	2					1						При неблагоприятных метеословых условиях сел на мель за кормой судового хода. После часовой выгрузки снят с мели (2)
7.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-217, 1970, 37 лет, 09.05.2007, $[h_{iss}] = 2,5 \text{ м}$	1						2						2							2	3				1				2		Навалился на верхние ворота шлюза №3. Работа шлюза была остановлена на 4 часа (3)
8.	Пр. 1577/550А, Григорий Бугров, 1974, 32 года, 13.10.2011, $[h_{iss}] = 6 \text{ м}$																				1	3	2									Столкновение с подводным предметом. Значительное повреждение днища длиной около 96 м (3)

Таблица 4
Идентификация и последствия опасностей, способствовавших катастрофам «Волго-Нефть» (примеры)

№ п/п	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, [h _{исл}]	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность																	Описание последствий												
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1		3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13
1.	Пр. 1577/550А, Инженер Назаров, 1968, 44 года, 28.02.2012, [h _{исл}] = 3,5 м	1		1	2					1			2																		Пожар. Погиб член экипажа (4)
2.	Пр. 1577/550А, Волго-Нефть-265, 1978, 25 лет, 18.11.2003, [h _{исл}] = 2,5 м	1	2	2													3						2			1					Перелом корпуса. Нарушение ИПВ (4)
3.	Пр. 1577/550А, Волго-Нефть-248, 1975, 24 года, 29.12.1999, [h _{исл}] = 2,5 м	3	2	2	2		1											3	3	3	2	2	2	1	1						Перелом корпуса с последующим затоплением. Нарушение ИПВ, района плавания (5)
4.	Пр. 1577/550А, Волго-Нефть-139, 1978, 29 лет, 11.11.2007, [h _{исл}] = 2,5 м	3	2	1	2		1												3	3	2	2	3	3	1						Перелом корпуса во время рейса, затопление. Нарушение района плавания (5)

Продолжение табл. 4

№ п/п	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, $[R_{1988}]$	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность																Описание последствий														
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	110	111	112	21	22	23	24		31	32	33	34	35	36	37	38	39	410	411	412	413	
5.	Пр. 1577/550А, Механик Банатов, 1973, 30 лет, 21.03.2003, $[R_{1988}] = 3,5 \text{ м}$	1	2	2												3						2									2	Перелом корпуса. Нарушение ИПВ (4)
6.	Пр. 558/550, Волгонефть-26, 1967, 35 лет, 16.07.2002, $[R_{1988}] = 2 \text{ м}$	3	2	1	2				1										3	2				2		1					1	Перелом корпуса во время рейса. Нарушение района плавания (4)
7.	Пр. 558/550, Волгонефть-26, 1967, 31 год, 07.05.1998, $[R_{1988}] = 2 \text{ м}$		1	2	2												3					2									2	Перелом корпуса. Нарушение ИПВ (4)
8.	Пр. 1577/550А, Волгонефть-138, 1978, 23 года, 27.09.2001, $[R_{1988}] = 2,5 \text{ м}$	1	2										2								2	3	1								1	Получил при столкновении с сухогрузом «Лилия» пробитую размером 2х2 м в грузовых танках. Вылилось за борт около 700 т нефти (4)

Таблиця 5

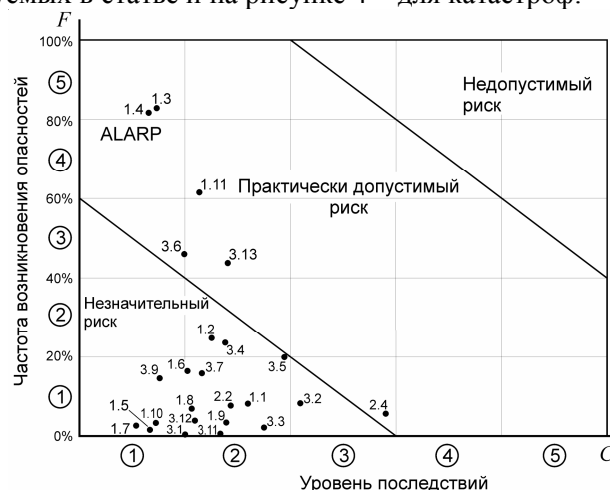
Формальная оценка риска «Волгонефтей»

Опасность	Все случаи			Катастрофы		
	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>R</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>R</i>
1.1	0,414	1,595	0,661	2,500	3,833	9,583
1.2	1,243	1,254	1,558	5,000	2,167	10,833
1.3	4,142	0,733	3,037	3,750	2,389	8,958
1.4	4,083	0,657	2,682	4,375	2,667	11,667
1.5	0,089	0,667	0,059	-	-	-
1.6	0,828	1,024	0,848	1,250	2,667	3,333
1.7	0,148	0,533	0,079	-	-	-
1.8	0,355	1,056	0,375	2,500	1,500	3,750
1.9	0,178	1,389	0,247	-	-	-
1.10	0,178	0,722	0,128	0,625	1,333	0,833
1.11	3,077	1,138	3,501	-	-	-
1.12	-	-	-	-	-	-
2.1	-	-	-	-	-	-
2.2	0,385	1,436	0,552	1,250	2,667	3,333
2.3	-	-	-	-	-	-
2.4	0,296	2,900	0,858	2,500	4,250	10,625
3.1	0,030	1,000	0,030	-	-	-
3.2	0,414	2,095	0,868	1,875	4,667	8,750
3.3	0,118	1,750	0,207	-	-	-
3.4	1,183	1,375	1,627	2,500	3,000	7,500
3.5	1,006	1,941	1,953	0,625	4,000	2,500
3.6	2,308	0,991	2,288	3,125	2,533	7,917
3.7	0,799	1,160	0,927	1,875	3,111	5,833
3.8	-	-	-	-	-	-
3.9	0,740	0,760	0,562	2,500	1,500	3,750
3.10	-	-	-	-	-	-
3.11	0,030	1,333	0,039	-	-	-
3.12	0,207	1,095	0,227	-	-	-
3.13	2,189	1,405	3,077	5,000	2,667	13,333

Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации танкеров исследуемого проекта, составляло около 150 судов, частота кораблекрушений с «Волгонефтями» за 1991-2012 годы достигла примерно 2-3 на 1000 судов в год. Данная оценка может быть признана достаточна достоверной, т.к. случаи с уровнем последствий $C = 4$ и $C = 5$ скрыть крайне сложно. При этом эта же величина для периода с 2001 по 2012 год составила уже 4-5 катастроф на 1000 судов в год.

Ежегодная вероятность аварий и аварийных происшествий с «Волгонефтями» за 1991-2012 годы составляет в год грубо 53 случая на 1000 судов. Однако имеющиеся в распоряжении автора данные по случаям с уровнями последствия $C = 1$, $C = 2$ и $C = 3$ нельзя признать полными. Фактически данная величина должна быть существенно выше, возможно, в пределах 100-150 случаев на 1000 судов в год.

На основе данных таблицы 5 были построены матрицы риска «Волгонефтей»: на рисунке 3 – для всех аварийных случаев и происшествий, исследуемых в статье и на рисунке 4 – для катастроф.



*Рис. 3. Матрица риска «Волгонефтей»
(для всех исследованных аварий)*

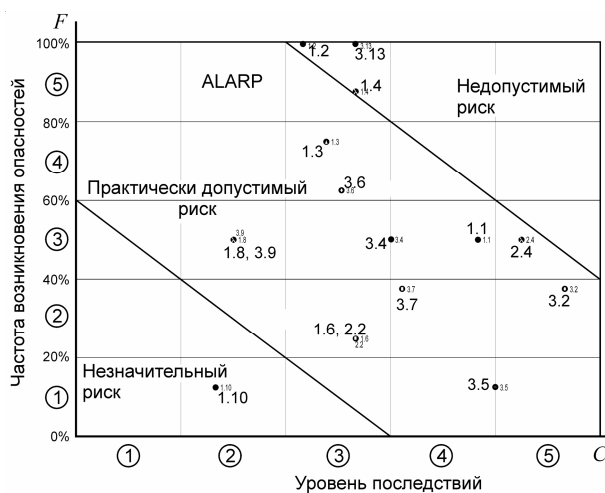


Рис. 4. Матрица риска «Волгонефтей» (для катастроф)

Анализ рисунков 3 и 4 позволяет сделать следующие выводы о ранжировании опасностей:

- наибольшую опасность для «Волгонефтей» представляют опасности 1.2 (водотечность обшивки), 1.4 (пропуски дефектов при дефектации), 3.13 (нарушение ПТЭ экипажем), существующий уровень риска по данным опасностям относится к зоне «недопустимого риска»;

- опасности 1.1 (неподготовленность судна к морской эксплуатации), опасности 2.4 (нарушение «Инструкции по загрузке»), 3.2 (нарушение ограничений по волнению и району плавания), 1.3 (нарушение технологии), 3.4 (навигационные ошибки), 3.6 (некачественная работа береговых служб), 3.7 (ошибка прогнозов) имеют достаточно высокий формальный уровень риска, как по частоте, так и по последствиям, которые относятся к зоне «ALARP», т.е. находится в пределах минимально практически допустимого риска;

- опасности 1.8 (невыполнение условий МК-66, т.е. потенциальная водотечность) и 3.9 (смена судовладельца) относятся к зоне «ALARP» за счет высокой частоты возникновения;

- опасности 3.5 (столкновения), 1.6 (неисправности и выход из строя машин и механизмов) и 2.2 (перевозка взрывоопасных грузов) относятся к зоне «ALARP» за счет тяжести последствий.

Согласно подходам, принятым в методе формализованной оценки безопасности [1, 3], опасности, которые отнесены по уровню риска к зоне «недопустимого риска», должны быть подвергнуты процедуре управления риском (снижения частоты и/или последствий) при любом уровне затрат, требуемых для этого. Опасности из зоны «ALARP» требуют проведения технико-экономического анализа, с определением оптимальных по стоимости мероприятий по снижению уровня риска.

Решение задачи управления риском «Волгонефтей» при воздействии опасности 1.2 требует значительных замен листов обшивки и настилов во время ремонтов. Опасности 1.4 и 3.13 относятся к области управления человеческим фактором.

На основании статистики были построены графические зависимости числа аварий и катастроф от возраста судна (см. рисунок 5) и распределение по годам (см. рисунок 6).

На рисунке 5 наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пиком аварий для судов с возрастом 30 лет.

Рисунок 6 позволяет отметить цикличность аварийных случаев. Максимальное количество аварийных случаев приходится на 2001-2005 годы (18 аварийных случаев в год в 2002 и 2005 годах). За 2012 год данные неполные.

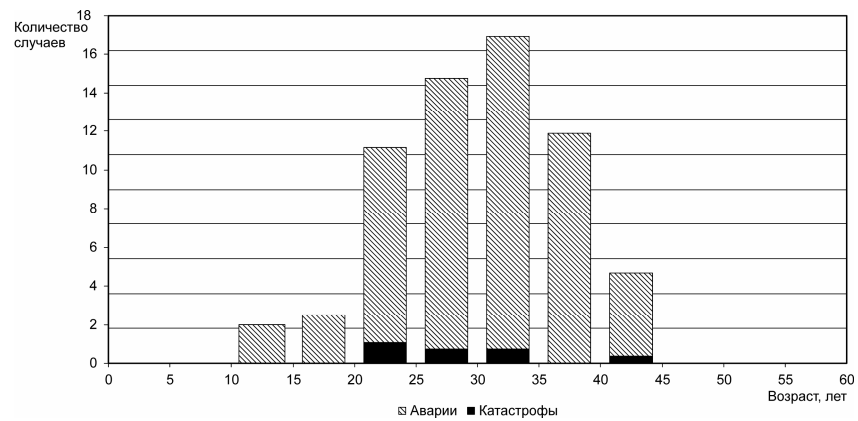


Рис. 5. Зависимости количества аварий и катастроф от возраста судна

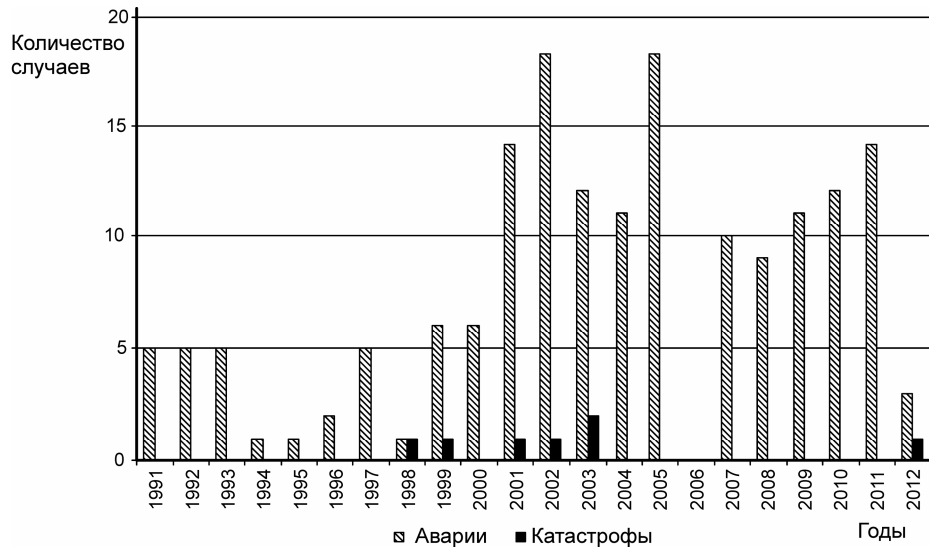


Рис. 6. Распределение количества аварий и катастроф по годам

Интерес представляет также распределение по классам аварий (см. таблицу 6). Графически роль различных классов аварий представлена на рисунках 7-9.

Таблиця 6

Распределение количества аварий и катастроф по классам аварий

Класс аварии	Затопление	Пожары и взрывы	Повреждения корпуса	Повреждения устройств	Σ
Аварии и катастрофы					
Количество	-	11	55	103	169
Относительная доля	-	6,5 %	32,5 %	60,9 %	100,0%
Аварии					
Количество	-	10	48	103	161
Относительная доля	-	6,2 %	29,8 %	64,0 %	100,0%
Катастрофы					
Количество	-	1	7	0	8
Относительная доля	-	12,5 %	87,5 %	0,0 %	100,0%
Относительная опасность класса аварии					
Доля аварий в общем количестве событий	-	91 %	87 %	100 %	
Доля катастроф в общем количестве событий	-	9 %	13 %	0 %	

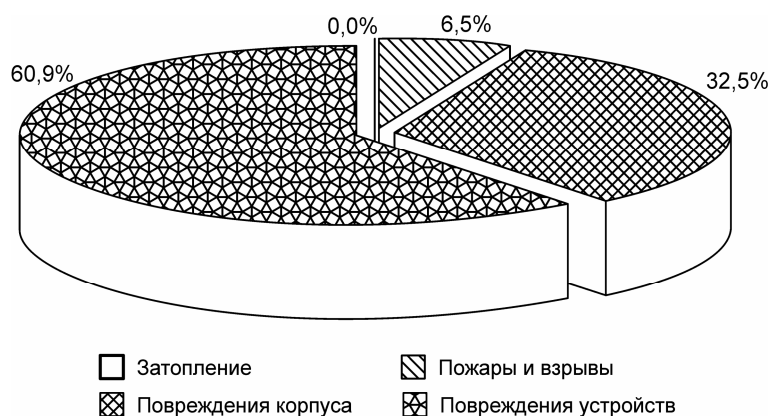
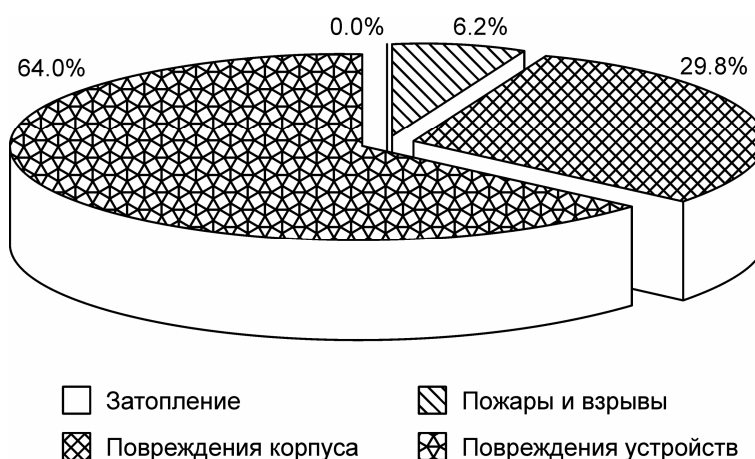
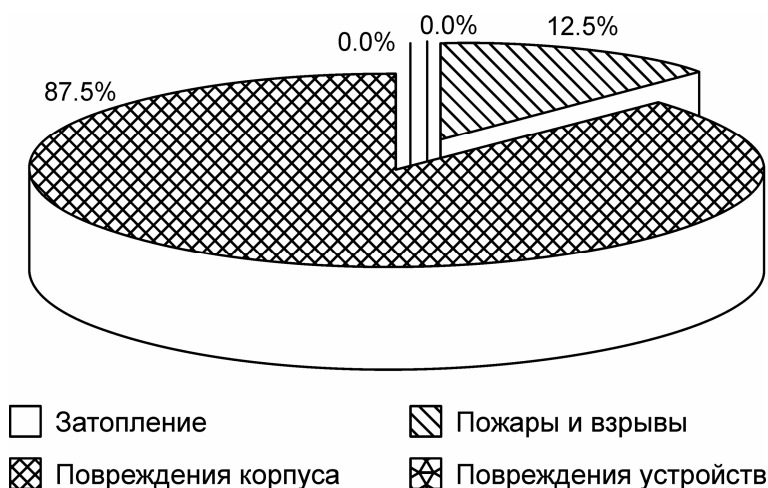


Рис. 7. Роль различных классов аварий (при всех уровнях последствий)



*Рис. 8. Роль различных классов аварий
(при уровнях последствий $C = 1, 2, 3$)*



*Рис. 9. Роль различных классов аварий
(при уровнях последствий $C = 4$ и 5)*

Как видно из таблицы 6, при всех уровнях последствий роль повреждений устройств – 61 % от общего количества событий, повреждений корпуса – 32,5 %, на пожары и взрывы приходится порядка 6,5 %. Начиная с 1991 года не было ни одного случая, связанного с затоплением. При уровнях последствий $C = 1, 2, 3$ (аварии) процентное соотношение классов аварий сохраняется.

При уровнях последствий $C = 4$ и 5 (катастрофы) на повреждения корпуса приходится 87,5 % из всех катастроф, на пожары и взрывы – 12,5 %.

Главной экологической проблемой судов типа «Волгонефть» [9, 13] является наличие высоты второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ. Согласно Правилу 19 МАРПОЛ 73/78 фактическая высота двойного дна такого танкера должна быть не менее минимального значения, определяемого по формуле $h = B/15 \geq 0,76$ м. Результаты проверки выполнения приведены в таблице 7.

Таблица 7

*Выполнение требований МАРПОЛ
к высоте двойного дна для судов типа «Волгонефть»*

Проект	Высота второго дна, мм			Заключение
	у второго борта	в ДП	требуемая по МАРПОЛ	
558/550	960	800	1100	Не выполнено, но возможна модернизация, проекты и примеры есть
1577/550А	960	800	1100	Не выполнено, но возможна модернизация, проекты и примеры есть
1577/550А с заменой средней части	960	800	1100	Не выполнено, но возможна модернизация, проекты и примеры есть
1577К, укороченная	960	800	1100	Не выполнено, но возможна модернизация, проекты и примеры есть
630, 630.1	1000	800	1100	Не выполнено, но возможна модернизация, проекты и примеры есть

Источник: Морское Инженерное Бюро

На рисунке 2 приведены поперечные сечения судов до и после проведения работ по выполнению предписаний МК МАРПОЛ 73/78, которые характеризуют основные конструктивные решения по доведению «Волгонефтей» до международных требований.

Подобные подходы позволяют продлить срок службы существующих танкеров на срок 5-15 лет и обеспечить заданный международным сообществом уровень экологической безопасности.

Однако практически исполнить такие работы одновременно на десятках отечественных танкеров не представляется возможным.

Например, на переоборудование т/х «Виктор Астафьев» было затрачено около двух лет, более простые варианты, такие как подъем второго дна на т/х «Механик Хачепуридзе» выполняются 90-120 суток. Даже если на это будут изысканы соответствующие значительные средства, то не хватит судостроительных и судоремонтных площадок.

К началу 2013 года второе дно было поднято на 23 танкерах типа «Волго-Нефть» проектов 1577/550А и 3 танкерах проекта 630.

Более того, подъем второго дна (см. таблицу 8) не является единственным мероприятием по доведению до требований МАРПОЛ, так вот остальные мероприятия на 20 из 23 танкеров типа «Волгонефть» из выше упомянутых, выполнены не были. Поэтому эти суда все равно не соответствуют международным конвенциям.

Таблица 8

*Перечень основных несоответствий судов типа «Волгонефть»
проекта 550а и 1577 требованиям МК МАРПОЛ 73/78*

Но- мер п/п	Правило МАРПОЛ 73/78	Требование Правил	Фактическое выполнение на судне	Примечания
1	Прави- ло 14. Пункт 1	Каждое судно ва- ловой вместимо- стью более 400 оснащается обо- рудованием для фильтрации нефти	Сепаратор льяль- ных вод с сигнали- затором превыше- ния содержания нефти в стоке более 15 миллионных долей отсутствует	Требуется только для судов, эксплуатиру- ющихся вне особых районов (Каспийское море не является особым районом – сепаратор требуется)
2	Прави- ло 20. Пункт 3.2	Высота двойного дна на танкерах дедвейтом более 5000 т, постро- енных до 6 июля 1996 г. должна быть не менее $B / 15$, т.е. $16,5/15 = 1,1$ м	Фактическая высота второго дна в ДП – 0,8 м	При подъеме второго дна – выполняется
3	Правило 2 1. Пункт 4	Высота двойного дна на танкерах дедвейтом более 600 т, но менее 5000 т, перевозя- щих нефть тяже- лых сортов (бо- лее 900 кг/м^3 или вязкостью более $180 \text{ мм}^2/\text{с}$) должна быть не менее $B / 15$, т.е. $16,5/15 = 1,1$ м	Фактическая высота второго дна в ДП – 0,8 м	При подъеме второго дна – выполняется

Продолжение табл. 8

Но- мер п/п	Правило МАРПОЛ 73/78	Требование Правила	Фактическое выполнение на судне	Примечания
4	Прави- ло 26. Пункт 4	Длина любого грузового танка не должна быть больше расчёт- ной величины, равной 21,96 м	Фактическая дли- на грузовых тан- ков составляет 23,76 м	Главная проблема!!! Требуется либо уста- новка коффердамов либо передвинуть существующие попе- речные переборки в грузовых танках
5	Прави- ло 29. Пункт 1, 2.1	Должны преду- сматриваться отстойные танки и система мойки танков	Отстойные танки и система мойки танков отсутствует	Главная проблема!!! Требуется выделе- ние отстойных танков
6	Прави- ло 31	Танкеры валов- ой вместимо- стью 150 и более должны быть оборудованы системой автома- тического заме- ра, регистрации и управления сбросом нефти	САЗРИУС отсутствует	Требуется только для судов, эксплуатиру- ющихся вне особых районов (Каспийское море – САЗРИУС требуется)
7	Прави- ло 32	Танкеры валовой вместимостью 150 и более должны быть оборудованы индикаторами поверхности раздела нефть/ вода в отстойных танках	Индикаторы по- верхности раздела нефть/ вода в отстойных танках отсутствуют	

Источник: Морское Инженерное Бюро

Цифровая модель ситуации с точки зрения посадки, остойчивости и прочности была выполнена Морским Инженерным Бюро к 19.00 13.10.11, далее уточнялась по мере получения новых фактических данных с выдачей оперативных рекомендаций штабу по ликвидации последствий аварии. В наиболее опасной зоне в районе насосного отделения (перед

надстройкой) изгибающий момент на тихой воде имел экстремум. Момент перегибающий, при этом днище – сжато, когда перегиб в этой зоне стал возрастать из-за откатки груза в кормовых танках, возникла опасность перелома, так как это "болезненное" место судов типа "Волгонефть". Кроме того, расчеты аварийной остойчивости показали вполне реальные проблемы с динамической остойчивостью.

В итоге, были сформулированы первоочередные задачи операции – уменьшение осадки кормой (постановка судна на плав), борьба с креном при контроле прочности в районе насосного отделения и даны рекомендации по порядку проведения работ: выгрузить максимально возможно из грузового танка 7; обеспечить выгрузку из грузового танка 5 (при этом обращалось внимание, что при завершении этого этапа возникал крен на ПБ, соответственно, выгрузку дальше осуществлять одновременно с танка 5 и танка 8 – до получения необходимых осадок и выравнивая крен); выдавливание воды из балластных цистерн (11 и 13, затем 25 и 9), а также 12 (так как в последствие была обнаружена вода в цистерне 12 ПБ, которая вероятно была затоплена водой позже, в результате повреждения вентиляционных головок во время шторма 19-21 октября); герметизация и откатка воды из помещений юта, румпельного, машинного отделения. Для устранения крена груз также выгружался из танков 6 и 8 (симметричных танкам 5 и 7). При всплытии кормы и при дальнейшей откатке воды из машинного отделения с целью недопущения дифферента на нос осуществлялся перепуск груза с танков 3 и 4 в танки 5 и 6 с последующей выгрузкой груза на другой танкер. Основная цель – получить состояние судна с наибольшей осадкой не более 4,20-4,30 м (для обеспечения возможности буксировки танкера в Астрахань).

23 октября к 19.45 основные мероприятия по борьбе за живучесть, включая выгрузку мазута (всего было выгружено 4405 тонн) завершились.

Фактические размеры повреждений были выявлены позже, когда судно стало всплывать, так как до этого танкер «лежал» на этих пробойнах. Танкер получил пять последовательных пробоин днища с ЛБ на длине около 96 м (72 % от габаритной длины судна – от форпика до МО) и принял около 3000 тонн забортовой воды (28 % от водоизмещения по ЛГВЛ). Учитывая, что на борту было еще и 6138 тонн груза и около 80 тонн запасов, следует признать, что состояние судно было крайне опасным и сама операция с таким объектом крайне тяжелой (как говорится, «на грани возможного»).

Результат аварийно-спасательной операции: экипаж не пострадал, разлива груза не допустили, модернизированное судно "Григорий Бугров" спасено. Понятно, что если бы такая же ситуация была бы с танкером в исходном состоянии, то последствия скорее всего были бы совершенно иные и избежать экологической катастрофы в российской части Каспия не удалось бы.

Выводы

1. Фактически, за счет широчайшего применения элементов с толщинами 5-7 мм удалось достичь минимизации массы корпуса танкера и, соответственно, увеличить его грузоподъемность в реке, однако обратной стороной медали было заметное снижение эксплуатационного ресурса судна, т.е. длительности безопасной эксплуатации танкера без ремонта.

Построечные толщины танкеров типа «Волгонефть» обеспечивали 20-ти летнюю эксплуатацию судна без ремонта только в классе «М» (т.е. без выхода в море). В классе «М-ПР» значительная часть связей имела ресурс 10-20 лет, а в классе «М-СП» суда могли без ремонта работать не более 5-10 лет.

С позиций общей прочности «Волгонефти» без подкреплений накладными полосами по палубе и днищу не отвечают требованиям класса «М-СП 2,5» и с трудом проходят по классу «М-ПР 2,5».

По всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие из года в год объемы ремонта не покрывают фактические потребности – суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями. Объемы ежегодных ремонтов резко выросли и составляют для судов типа «Волгонефть» 100-200 тонн замен.

Результатом эксплуатации этих танкеров с выходом в море явились грандиозные объемы восстановления изношенных элементов корпуса, включая полную замену грузовой зоны (от форпиковой переборки до носовой переборки насосного отделения).

2. Анализ риска показал:

2.1. «Волгонефти» в связи с их пониженным стандартом прочности, имеют меньшие запасы прочности, чем аналогичные суда неограниченного района плавания. Поэтому все факторы, приводящие к запроектному росту усилий на тихой воде и на волнении, отражаются на тяжести последствий воздействия на корпус «Волгонефтей» этих опасностей.

2.2. «Волгонефти» работают в тяжелых условиях мелководья и частых шлюзований (до 30 в одном рейсе) летом и в ледовой обстановке зимой, что повышает весомость опасности «Контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном», т.к. она в силу накопления деформационных повреждений и истирания наружной обшивки снижает несущую способность корпусов судов.

2.3. Наибольшую опасность для «Волгонефтей» представляют опасности 1.2 (водотечность обшивки), 1.4 (пропуски дефектов при деформации), 3.13 (нарушение правил технической эксплуатации экипажем), существующий уровень риска по данным опасностям относится к зоне «недопустимого риска».

Решение задачи управления риском при воздействии опасности 1.2 требует значительных замен листов обшивки и настилов во время ремонтов. Опасности 1.4 и 3.13 относятся к области управления человеческим фактором.

2.4. Опасности 1.1 (неподготовленность судна к морской эксплуатации), опасности 2.4 (нарушение «Инструкции по загрузке»), 3.2 (нарушение ограничений по волнению и району плавания), 1.3 (нарушение технологии), 3.4 (навигационные ошибки), 3.6 (некачественная работа береговых служб), 3.7 (ошибка прогнозов) имеют достаточно высокий формальный уровень риска, как по частоте, так и по последствиям, которые относятся к зоне «ALARP», т.е. находится в пределах минимально практически допустимого риска.

2.5. Опасности 1.8 (невыполнение условий МК-66, т.е. потенциальная водотечность) и 3.9 (смена судовладельца) относятся к зоне «ALARP» за счет высокой частоты возникновения.

2.6. Опасности 3.5 (столкновения), 1.6 (неисправности и выход из строя машин и механизмов) и 2.2 (перевозка взрывоопасных грузов) относятся к зоне «ALARP» за счет тяжести последствий.

3. Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пиком аварий для судов с возрастом 30 лет. При этом на 1 января 2013 года средний возраст 131 танкеров типа «Волгонефть» составил по первоначальному проекту 558/550 – 45,2 года (21 единица), по проекту 1577/550А – 38,5 лет (110 единиц). Из них 23 танкера имеют оценку «негодное».

4. Выявлено, что катастрофы судов типа «Волгонефть» происходят, как правило, из-за повреждений корпуса – 87,5 %, а из-за пожаров и взрывов всего 12,5 %, что достаточно необычно для танкера.

5. Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации танкеров исследуемого проекта, составляло около 150 судов, частота кораблекрушений с «Волгонефтями» за 1991-2012 годы достигло примерно 2-3 на 1000 судов в год. Данная оценка может быть признана достаточно достоверной, т.к. случаи с уровнем последствий $C = 4$ и $C = 5$ скрыть крайне сложно. При этом эта же величина для периода с 2001 по 2012 год увеличилась примерно в два раза и составила 4-5 катастроф на 1000 судов в год.

Ежегодная вероятность аварий и аварийных происшествий с «Волгонефтями» за 1991-2012 годы составляет грубо 53 случая на 1000 судов в год. Однако имеющиеся в распоряжении автора данные по случаям с уровнями последствия $C = 1$, $C = 2$ и $C = 3$ нельзя признать полными. Фактически данная величина должна быть существенно выше, возможно, в пределах 100-150 случаев на 1000 судов в год.

6. Главной экологической проблемой судов типа «Волгонефть» являются наличие высоты второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ, избыточные длины грузовых танков и отсутствие отстойных танков. По сути, эти суда не должны работать в море на перевозках

тяжелой нефти и нефтепродуктов, т.е. грузов с плотностью 0,900 т/куб. м и более уже с 2008 года.

7. Возможные варианты «долговременных» действий по обеспечению безопасной эксплуатации танкеров «Волгонефтей»:

- перевозка только светлых нефтепродуктов, т.е. грузов с плотностью 0,900 т/куб. м и менее;
- модернизация в сухогрузы;
- подъем второго дна без изменения года постройки (модернизация);
- замена грузовой зоны с изменением года постройки (конверсия).

8. Используя эти принципы, было разработано:

- проект модернизации танкеров пр. 550А/1577 типа «Волгонефть» с заменой грузовой зоны на новую, спроектированную с учетом всех международных требований, который был реализован на двух танкерах компании «Волготанкер» («Механик Воронков», «Григорий Бугров») и «Волго-нефть 228» судоходной компании «Енисей»;
- проект модернизации танкеров пр. 630 путем подъема второго дна до уровня, регламентированного МК МАРПОЛ, который был реализован на танкерах проекта 630 судоходной компании «Волготранс»;
- проект «конверсии» RST11 танкера пр. 1577 с новым годом постройки.

Однако практически исполнить такие работы одновременно на десятках отечественных танкеров не представляется возможным.

Поэтому все перечисленные выше подходы могут «сгладить» ситуацию переходного периода. В любом случае в долгосрочном плане обеспечение устойчивых безопасных перевозок нефти и нефтепродуктов на танкерах смешанного река-море плавания возможно только за счет нового судостроения [1, 4].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Багаутдинов Р.Д., Егоров Г.В. Концепция танкеров смешанного плавания нового поколения // *Морская Биржа*. – 2012. – № 2 (40). – С. 22-35.
2. Бойцов Г.В., Александров А.В., Анкудинов О.С. Анализ и оценка остаточных деформаций корпусов судов смешанного плавания при пониженных запасах устойчивости их продольного набора // *Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. Вопросы прочности транспортных судов*. – 2006. – Вып. 38 (312). – С. 16-22.
3. Егоров А.Г. Формализованная оценка безопасности судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания // *Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова*. – 2012. – Вып. 67 (351). – С. 41-54.

4. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
5. Егоров Г.В. Развитие требований к средствам контроля загрузки морских и смешанного плавания судов // Автоматизация судовых технических средств: Научн.-техн. сб. – Вып. 5. – Одесса: ОГМА, 2000. – С. 36-53.
6. Егоров Г.В. Исследование риска при эксплуатации судов смешанного плавания // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2000. – № 5. – С. 49-59.
7. Егоров Г.В. О причинах переломов корпусов судов // Проблемы техники. – 2002. – № 2. – С. 3-15.
8. Егоров Г.В. Анализ аварий корпусов судов ограниченных районов плавания // Проблемы техники. – 2002. – № 3. – С. 3-25.
9. Егоров Г.В. Суда смешанного река-море плавания: перспективы существующего флота // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2008. – № 3 (420). – С. 3-12.
10. Егоров Г.В. Исследование риска аварий корпусов транспортных судов ограниченных районов плавания за 1991-2010 годы // Зб. наук. праць «Вісник ОНМУ». – Одеса: ОНМУ, 2010. – Вып. 30. – С. 53-76.
11. Обзор повреждений судов и их элементов за 1991-2001 гг. // Российский Речной Регистр. – М.: РРР, 2002. – 96 с.
12. Преснов С.В. Аварийность судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания в морских районах в 2002 г. // Наука и техника на речном транспорте: Инф. сб. – М.: ЦБНТИ МТ РФ, 2003. – С. 22-31.
13. Преснов С.В. Пути приведения в соответствие с требованиями МАРПОЛ самоходных нефтеналивных судов с классом Российского Речного Регистра, выходящих в морские районы // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – Вып. 5(339). – СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2010. – С. 36-47.
14. Чемоданов М.Н. Танкер смешанного река-море плавания типа «Волгонефть» // Судостроение. – 1974. – № 11. – С. 3-5.

Стаття надійшла до редакції 12.11.2013

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, науковий консультант **В.В. Козляков**